

Japanese Kokai Patent Application No. P2001-222264A

Job No.: 228-118773

Ref.: Japanese pat. No. 2001-222264/PU010055 US&JP/HDF(Della)/Order No. 8279

Translated from Japanese by the McElroy Translation Company

800-531-9977

customerservice@mcelroytranslation.com

JAPANESE PATENT OFFICE
PATENT JOURNAL (A)
KOKAI PATENT APPLICATION NO. P2001-222264A

Int. Cl.⁷:

G 09 G 3/36
G 02 F 1/133
G 09 G 3/20
H 04 N 5/202
9/69

Filing No.:

P2000-35683

Filing Date:

February 8, 2000

Publication Date:

August 17, 2001

No. of Claims:

4 (Total of 10 pages; OL)

Examination Request:

Not filed

**GAMMA CORRECTION DEVICE FOR COLOR LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE,
GAMMA CORRECTION METHOD, AND GAMMA CORRECTION DATA CREATION
METHOD**

Inventors:

Akitoshi Mizutani
Nippon Soken, Inc.
14-banchi, Shimohasumi-cho
Nishio-shi, Aichi-ken

Hiroyuki Sakakibara
Nippon Soken, Inc.
14-banchi, Shimohasumi-cho
Nishio-shi, Aichi-ken

Norifumi Hayata
Denso Corporation
1-1-banchi, Showa-cho
Kariya-shi, Aichi-ken

Applicants:

000004695
Nippon Soken, Inc.
14-banchi, Shimohasumi-cho
Nishio-shi, Aichi-ken

000004260
 Denso Corporation
 1-1-banchi, Showa-cho
 Kariya-shi, Aichi-ken

Agent:
 100100022
 Junichi Itoh, patent attorney,
 and 2 others

[There are no amendments to this patent.]

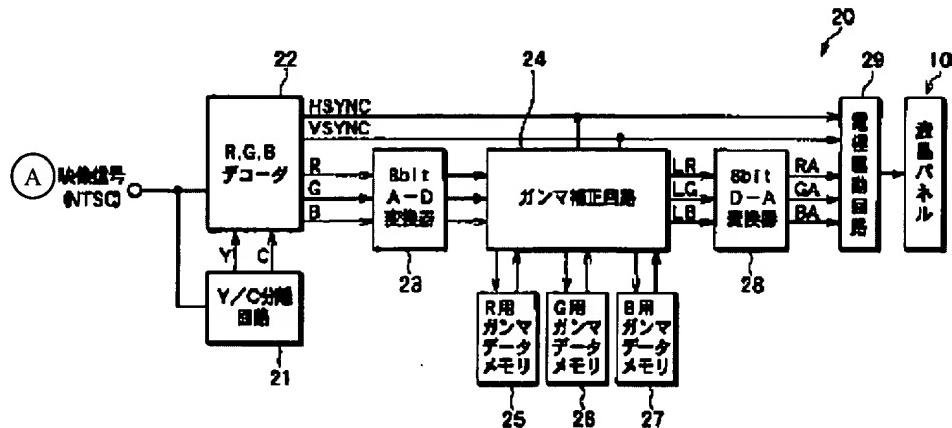
Abstract

Problem

To offer a gamma correction device, a gamma correction method, and a gamma correction data creation method for a color liquid crystal display device such that gamma correction is performed using gamma correction data for R, G, B pixels that have different luminance characteristics with respect to a liquid crystal panel.

Means to solve

Respective R-use, G-use and B-use gamma correction data that are created based on the respective luminance characteristics of R-pixels, G-pixels and B-pixels of the liquid crystal panel are recorded in respective R-use, G-use, and B-use gamma data memories 25-27, and gamma correction is performed by means of a gamma correction circuit 24 with respect to an R-signal, G-signal and B-signal that make up a video signal, based on the data stored in gamma data memories 25-27.



Key:	A	Video signal
	10	Liquid crystal panel
	21	Y/C separation circuit
	22	R, G, B decoder
	23	8-bit A-D converter
	24	Gamma correction circuit
	25	R-use gamma data memory
	26	G-use gamma data memory
	27	B-use gamma data memory
	28	8-bit D-A converter
	29	Electrode drive circuit

Claims

1. A gamma correction device for a color liquid crystal display device equipped with: recording means (25-27) that record gamma correction data for R, G and B that are created based on the respective luminance characteristics of matrix-type R-pixels, G-pixels and B-pixels of a liquid crystal panel (10) of a color liquid crystal display device; and a gamma correction means (24) that, based on the respective gamma correction data for R, G and B recorded in said recording means, respectively corrects the R-signal, G-signal and B-signal that make up a video signal to be supplied to the aforementioned R-pixels, G-pixels and B-pixels.
2. A gamma correction device for a color liquid crystal display device that corrects an R-signal, G-signal and B-signal that make up a video signal to be supplied to matrix-type R-pixels, G-pixels and B-pixels of a liquid crystal panel (10) of a color liquid crystal display device by means of gamma correction data for R, G and B that are created based on respective luminance characteristics of the aforementioned R-pixels, G-pixels and B-pixels.
3. Method for creating gamma correction data for a color liquid crystal display device wherein the respective luminance characteristics of matrix-type R-pixels, G-pixels and B-pixels of a liquid crystal panel (10) of a color liquid crystal display device are measured and gamma correction data for R, G and B are created based on the aforementioned respective luminance characteristics of the R-pixels, G-pixels and B-pixels.
4. Method for creating gamma correction data for a color liquid crystal display device, wherein all of the pixels of a liquid crystal panel (10) of a color liquid crystal display device are divided into multiple regions, the respective luminance characteristics of matrix-type R-pixels, G-pixels and B-pixels of the aforementioned liquid crystal panel are measured, the respective luminance characteristics of the aforementioned R-pixels, G-pixels and B-pixels for each of the aforementioned separate regions are averaged to create average luminance characteristics for the

aforementioned R-pixels, G-pixels and B-pixels, and gamma correction data for R, G and B is created based on these average luminance characteristics.

Detailed explanation of the invention

[0001]

Technical field of the invention

The present invention pertains to a gamma correction device, gamma correction method, and gamma correction data creation method that are applied to a color liquid crystal display device.

[0002]

Prior art

With a color liquid crystal display device, the luminance characteristic (applied voltage-transmittance characteristic) of its liquid crystal panel typically has a non-linear characteristic such as that shown in Figure 12; therefore, using gamma correction data, gamma correction, such as that shown in Figure 13, which is axisymmetric with respect to the aforementioned luminance characteristic, is performed so that the final video signal assumes a linear characteristic.

[0003]

Problems to be solved by the invention

However, depending on the type of liquid crystal panel, each color filter within the liquid crystal panel possesses different characteristics for each pixel, R, G, and B; in addition, within the surface of the display of some liquid crystal panels, the luminance characteristic is not uniform, but shows variation.

[0004]

Accordingly, for a color liquid crystal display device having such a liquid crystal panel, there is a problem in that when a gamma correction using only one type of gamma correction data is performed, the luminance characteristic for the entire display surface of the liquid crystal panel is not uniformized.

[0005]

Therefore, to respond to this situation, the objective of the present invention is to offer a gamma correction device, gamma correction method, and gamma correction data creation method that perform gamma correction for a liquid crystal panel using gamma correction data that have different luminance characteristics for R, G and B pixels.

[0006]

Means to solve the problems

With respect to the solution for the aforementioned problem, the gamma correction device for a color liquid crystal display device according to the invention recorded in Claim 1 is equipped with: recording means (25-27) that record gamma correction data for R, G and B that are created based on the respective luminance characteristics of matrix-type R-pixels, G-pixels and B-pixels of a liquid crystal panel (10) of a color liquid crystal display device; and a gamma correction means (24) that, based on the respective gamma correction data for R, G and B recorded in said recording means, respectively corrects the R-signal, G-signal and B-signal that make up a video signal to be supplied to the R-pixels, G-pixels and B-pixels.

[0007]

Thus gamma correction of the R-signal, G-signal and B-signal that make up a video signal to be supplied to the R-pixels, G-pixels and B-pixels is performed based on respective gamma correction data for R, G and B. Accordingly, even if there is variation in luminance among R-pixels, among G-pixels, and among B-pixels of the liquid crystal panel, the luminance of the liquid crystal panel can be reliably made uniform by means of the aforementioned respective gamma corrections.

[0008]

Moreover, the gamma correction device for a color liquid crystal display device according to the invention recorded in Claim 2 corrects the R-signal, G-signal and B-signal that make up a video signal to be supplied to the matrix-type R-pixels, G-pixels and B-pixels of a liquid crystal panel (10) of a color liquid crystal display device by means of gamma correction data for R, G and B that are created based on the respective luminance characteristics of the R-pixels, G-pixels and B-pixels.

[0009]

Thus even when there is variation in luminance among R-pixels, among G-pixels, and among B-pixels of the liquid crystal panel, the luminance of the liquid crystal panel can be reliably made uniform by means of the aforementioned respective gamma corrections.

[0010]

Moreover, the method for creating gamma correction data for a color liquid crystal display device according to the invention recorded in Claim 3 is one wherein the respective

luminance characteristics of matrix-type R-pixels, G-pixels and B-pixels of a liquid crystal panel (10) of a color liquid crystal display device are measured and gamma correction data for R, G and B are created based on the respective luminance characteristics of the R-pixels, G-pixels and B-pixels.

[0011]

Thus, even if there is variation in luminance among R-pixels, among G-pixels, and among B-pixels of the liquid crystal panel, a gamma correction is enabled whereby the luminance of the liquid crystal panel can be reliably made uniform by means of the aforementioned respective gamma corrections.

[0012]

Moreover, the method for creating gamma correction data for a color liquid crystal display device according to the invention recorded in Claim 4 is one whereby all of the pixels of a liquid crystal panel (10) of a color liquid crystal display device are divided into multiple regions, the respective luminance characteristics of the matrix-type R-pixels, G-pixels and B-pixels of the liquid crystal panel are measured, the respective luminance characteristics of the R-pixels, G-pixels and B-pixels for each of the separate regions are averaged to create average luminance characteristics for the R-pixels, G-pixels and B-pixels, and gamma correction data for R, G and B are created based on these average luminance characteristics.

[0013]

Thus, even if there is variation in luminance between the respective separate regions of the liquid crystal panel, a gamma correction whereby the luminance of the liquid crystal panel can be reliably made uniform by means of the aforementioned respective gamma corrections is easily enabled.

[0014]

Note that the numbers within parentheses for each of the aforementioned means indicate a corresponding relationship with the actual means recorded in the embodiments to be explained hereinafter.

[0015]

Embodiments of the invention

In the following, embodiments of the present invention will be explained with reference to the figures. Figure 1 illustrates one embodiment of a color liquid crystal display device to

which the present invention is applied. This color liquid crystal display device comprises a liquid crystal panel 10 and a display drive circuit 20 that drives the display of this liquid crystal panel 10. Liquid crystal panel 10 comprises a matrix-type, full-color liquid crystal panel, and this liquid crystal panel 10 is constructed by enclosing antiferroelectric liquid crystals between two electrode substrates.

[0016]

Moreover, one of the two electrode substrates of liquid crystal panel 10 is constructed of a glass substrate, multiple rows of scanning electrodes provided on the inner surface of this glass substrate, multiple rows of color filters (respectively comprising R, G, B color filter layers) provided along each of these scanning electrodes, and an overcoat and an alignment film stacked on the inner surface of the glass substrate via each scanning electrode and each color filter. The other electrode substrate is constructed of multiple rows of signal electrodes provided such that they are positioned perpendicular to the aforementioned multiple rows of scanning electrodes and an insulation film and alignment film stacked on the inner surface of the aforementioned glass substrate via each of these signal electrodes.

[0017]

Moreover, the multiple rows of scanning electrodes and the multiple rows of signal electrodes, together with the multiple rows of color filters and the antiferroelectric liquid crystals, form multiple matrix-type pixels. Furthermore, each pixel is constructed of an R-pixel, a G-pixel, and a B-pixel corresponding to each of the R, G, B color filter layers of each of the color filters. Furthermore, the various signal electrodes are formed such that they are classified into various signal electrodes (hereinafter, the various signal electrodes for R, G, B) that correspond to each of the R, G, B color filter layers.

[0018]

Display drive circuit 20 is equipped with a Y/C separation circuit 21 and an R, G, B decoder 22 with a synchronization separation function. Y/C separation circuit 21 separately extracts a luminance signal (Y-signal) and a color signal (C-signal) from an NTSC format video signal (composite video signal), outputting them to R, G, B decoder 22.

[0019]

R, G, B decoder 22, to which the aforementioned video signal is input, converts this video signal to an R-signal, a G-signal, and a B-signal, outputting them to an 8-bit A-D converter 23; in addition, it separately extracts a horizontal synchronization signal (HSYNC signal) and a

vertical synchronization signal (VSYNC signal) from the Y-signal from Y/C separation circuit 21, outputting them to an electrode drive circuit 29. In addition, R, G, B decoder 22 that has a synchronization separation function also can be constructed by means of an R, G, B decoder 22 that does not have a synchronization separation function, and a synchronization separation circuit that is a separate circuit.

[0020]

A-D converter 23 converts the R-signal, G-signal and B-signal from R, G, B decoder 22 into 8-bit R-digital data, G-digital data, and B-digital data, respectively, outputting them to gamma correction circuit 24. The respective R-use, G-use and B-use gamma data memories 25, 26 and 27 store the 8-bit digital data; R-use gamma data memory 25 stores R-use gamma data Rd (see Figure 2(a)) in advance as digital data. The R-use gamma data Rd are read from this gamma data memory 25 by gamma correction circuit 24 based on the R-digital data from A-D converter 23.

[0021]

G-use gamma data memory 26 stores G-use gamma data Gd (see Figure 2(b)) in advance as digital data, and the G-use gamma data Gd are read from this gamma data memory 26 by gamma correction circuit 24 based on the G-digital data from A-D converter 23. Moreover, B-use gamma data memory 27 stores B-use gamma data Bd (see Figure 2(c)) in advance as digital data, and the B-use gamma data Bd are read from this gamma data memory 27 by gamma correction circuit 24 based on the B-digital data from A-D converter 23.

[0022]

Here, R-use gamma data Rd, G-use gamma data Gd and B-use gamma data Bd are obtained in the following manner. First, the relationship between the luminance of each R pixel and the input signal level, the relationship between the luminance of each G pixel and the input signal level, and the relationship between the luminance of each B pixel and the input signal level of liquid crystal panel 10 are measured by means of an image scanner.

[0023]

Moreover, the aforementioned input signal level is represented with the symbol P, and this input signal level P is changed in a stepwise pattern from 0 to 100 (%). Moreover, when input level P is at level i, $P = P_i$, with i being anywhere in the range from 0 to 100.

[0024]

Then, when the average luminance of all of the R-pixels (hereinafter, the all-R-pixel average luminance) of liquid crystal panel 10 is KR(P), this all-R-pixel average luminance KR(P) is expressed by following Equation 1.

[0025]

Equation 1

$$KR(P) = (R_1 + R_2 + \dots + R_n)/n$$

In this Equation 1, n represents the number of R-pixels in liquid crystal panel 10, and R1, R2, . . . , Rn represent the luminosities of individual R-pixels.

[0026]

Accordingly, the all-R-pixel average luminance KR(Pi) for each input signal level Pi is calculated sequentially from i = 0 to i = 100 based on Equation 1. Then, by plotting the relationship between each R-pixel average luminance and the input signal level, the relationship between all-R-pixel average luminance KR(P) and input signal level P is obtained as the all-R-pixel luminance data Rdd shown in Figure 3(a).

[0027]

Moreover, when the average luminance of all of the G-pixels (hereinafter, the all-G-pixel average luminance) of liquid crystal panel 10 is KG(P), this all-G-pixel average luminance KG(P) is expressed by following Equation 2.

[0028]

Equation 2

$$KG(P) = (G_1 + G_2 + \dots + G_n)/n$$

In Equation 2, n represents the number of G-pixels in liquid crystal panel 10, and G1, G2, . . . , Gn represent the luminosities of individual G-pixels.

[0029]

Accordingly, the all-G-pixel average luminance KG(Pi) for each input signal level Pi is calculated sequentially from i = 0 to i = 100 based on Equation 2. Then, by plotting the relationship between each G-pixel average luminance and the input signal level, the relationship between all-G-pixel average luminance KG(P) and input signal level P is obtained as the all-G-pixel luminance data Gdd shown in Figure 3(b).

[0030]

Moreover, when the average luminance of all of the B-pixels (hereinafter, the ‘all-B-pixel average luminance) of liquid crystal panel 10 is KB(P), this all-B-pixel average luminance KB(P) is expressed by following Equation 3.

[0031]

Equation 3

$$KB(P) = (B_1 + B_2 + \dots + B_n)/n$$

In Equation 3, n represents the number of B-pixels in liquid crystal panel 10, and B₁, B₂, . . . , B_n represent the luminosities of each B-pixel.

[0032]

Accordingly, the all-B-pixel average luminance KB(P_i) for each input signal level P_i is calculated sequentially from i = 0 to i = 100 based on Equation 3. Then, by plotting the relationship between each B-pixel average luminance and the input signal level, the relationship between all-B-pixel average luminance KB(P) and input signal level P is obtained as the all-B-pixel luminance data Bdd shown in Figure 3(c).

[0033]

Moreover, as shown in Figures 3(a), (b) and (c), the all-R-pixel luminance data Rdd, the all-G-pixel luminance data Gdd, and the all-B-pixel luminance data Bdd thus measured, change approximately to an S-shape with respect to line L having a slope of 45°. In addition, when said all-R-pixel luminance data Rdd, all-G-pixel luminance data Gdd, and all-B-pixel luminance data Bdd are drawn collectively with respect to line L as shown in Figure 4, said all-R-pixel luminance data Rdd, all-G-pixel luminance data Gdd, and all-B-pixel luminance data Bdd differ from one another. This is due, for example, to differences in film thickness between each R, G, B color filter layer of liquid crystal panel 10.

[0034]

Accordingly, because the gamma correction is a correction whereby the all-R-pixel luminance data Rdd, the all-G-pixel luminance data Gdd, and the all-B-pixel luminance data Bdd are all aligned with line L, each set of data was obtained as the aforementioned R-use gamma data Rd, G-use gamma data Gd, and B-use gamma data Bd, as shown in Figures 2(a), (b) and (c), such that each of all-R-pixel luminance data Rdd, all-G-pixel luminance data Gdd, and all-B-pixel luminance data Bdd are axisymmetric with line L as the reference. Moreover, when these

R-use gamma data Rd, G-use gamma data Gd, and B-use gamma data Bd are shown together with line L as the reference, the result is shown in Figure 4.

[0035]

Gamma correction circuit 24 reads the R-use gamma data Rd from gamma data memory 25 based on the R-digital data from A-D digital converter 23, performs gamma correction for the R-digital data based on this gamma data Rd, and outputs the result to D-A converter 28 as gamma correction data LR corresponding to line L. Moreover, gamma correction circuit 24 reads the G-use gamma data Gd from gamma data memory 26 based on the G-digital data from A-D digital converter 23, performs gamma correction for the G-digital data based on this gamma data Gd, and outputs the result to D-A converter 28 as gamma correction data LG corresponding to line L. Furthermore, gamma correction circuit 24 reads the B-use gamma data Bd from gamma data memory 27 based on the B-digital data from A-D digital converter 23, performs gamma correction for the B-digital data based on this gamma data Bd, and outputs the result to D-A converter 28 as gamma correction data LB corresponding to line L.

[0036]

8-bit D-A converter 28 converts the respective gamma correction data LA [sic; LR], LG, LB from gamma correction circuit 24 into an analog correction R-signal, analog correction G-signal, and analog correction B-signal (hereinafter called RA correction signal, GA correction signal and BA correction signal, respectively), and then outputs them to electrode drive circuit 29.

[0037]

Said electrode drive circuit 29 receives a horizontal synchronization signal and a vertical synchronization signal from R, G, B decoder 22, scans the multiple rows of scanning electrodes of liquid crystal panel 10 sequentially, applies a scanning voltage to these scanning electrodes that are scanned, and by applying the RA correction signal, GA correction signal and BA correction signal from D-A converter 28 as the signal voltage to the multiple rows of signal electrodes (that is, each R, G, and B signal electrode of each of the multiple rows) in synchronization with said scan, liquid crystal panel 10 is led to produce a matrix-drive display.

[0038]

For this first embodiment thus constructed, R, G, B decoder 22 converts the video signal to an R-signal, a G-signal, and a B-signal, and outputs them to A-D converter 23; in addition,

based on the Y-signal from Y/C separation circuit 21 it inputs a horizontal synchronization signal and a vertical synchronization signal to electrode drive circuit 29.

[0039]

Then, said R-signal, G-signal and B-signal are converted to R-digital data, G-digital data and B-digital data by A-D converter 23 and input to gamma correction circuit 24.

[0040]

Gamma correction circuit 24 then reads out the R-use gamma data Rd from gamma data memory 25 based on the R-digital data from A-D converter 23, performs gamma correction on the R-digital data based on the gamma data Rd, and outputs the result to D-A converter 28 as gamma correction data LR. Moreover, gamma correction circuit 24 reads out the G-use gamma data Gd from gamma data memory 26 based on the G-digital data from A-D converter 23, performs gamma correction on the G-digital data based on the gamma data Gd, and outputs the result to D-A converter 28 as gamma correction data LG. and then reads out the B-use gamma data Bd from gamma data memory 27 based on the B-digital data from A-D converter 23, performs gamma correction on the B-digital data based on the gamma data Bd, and outputs the result to D-A converter 28 as gamma correction data LB.

[0041]

Then, the respective gamma correction data LR, LG and LB are converted to an RA correction signal, a GA correction signal, and a BA correction signal by D-A converter 28, and are input to electrode drive circuit 29.

[0042]

Then, based on the horizontal synchronization signal and the vertical synchronization signal from R, G, B decoder 22, electrode drive circuit 29 scans the multiple rows of scanning electrodes of liquid crystal panel 10 sequentially, applies a scanning voltage to these scanning electrodes that are scanned, and by applying the RA correction signal, GA correction signal and BA correction signal from D-A converter 28 as the R-use, B-use and G-use signal voltage to the multiple rows of signal electrodes in synchronization with said scan, liquid crystal panel 10 is led to produce a matrix-drive display.

[0043]

As explained above, this first embodiment is devised such that the all-R-pixel luminance data Rdd, all-G-pixel luminance data Gdd, or all-B-pixel luminance data Bdd obtained for each

R-pixel, each G-pixel, or each B-pixel, rather than for each group of pixels R, B, G of the liquid crystal panel, are formed as R-use gamma data Rd, G-use gamma data Gd, or B-use gamma data Gd that are axisymmetric with respect to line L that is the reference.

[0044]

Therefore, R-digital data, G-digital data and B-digital data corresponding to the video signal are gamma corrected using the aforementioned R-use gamma data Rd, G-use gamma data Gd, or B-use gamma data Gd. Accordingly, said gamma correction is optimized even if the thicknesses of each R, G, B color filter layer of liquid crystal panel 10 are different. Consequently, the luminance of the image displayed on liquid crystal panel 10 is made uniform across the entire display surface of said liquid crystal panel 10.

Second embodiment

Next, a second embodiment of the present invention will be explained with reference to Figures 5-7. With this second embodiment, instead of the R-use gamma data Rd, R-use average gamma data Rdave (see Figure 7) are recorded in advance in R-use gamma data memory 25 that was explained in the aforementioned first embodiment. Moreover, instead of the G-use gamma data Gd, G-use average gamma data Gdave are recorded in advance in G-use gamma data memory 26 that was explained in the aforementioned first embodiment, and instead of the B-use gamma data Bd, B-use average gamma data Bdave are recorded in advance in B-use gamma data memory 27 that was explained in the aforementioned first embodiment.

[0045]

The respective average gamma data Rdave, Gdave and Bdave are obtained in the following manner. First, for each R-pixel, G-pixel, or B-pixel, all of the pixels of liquid crystal panel 10 are divided into the four regions ①-④ as shown in Figure 5. For the sake of convenience, in Figure 5, each of the square portions formed by the multiple vertical and horizontal lines corresponds to a pixel (R-pixel, G-pixel or B-pixel).

[0046]

Then, if the average luminance of the R-pixels of region ① (hereinafter, region ① R-pixel average luminance) is KR1(P) and the denominator n on the right side of Equation 1 is replaced by 4/n, then region ① R-pixel average luminance KR1(P) is calculated for each input signal level Pi based on Equation 1, with the numerator, which is the sum of the R-pixel luminances, being the sum of the luminances of all of the R-pixels of region ①. By plotting the relationship between the result of this calculation and the input signal level p, the relationship between the

region ① R-pixel average luminance KR1(P) and the input signal level is obtained as the region ① R-pixel average luminance data R1ddave in Figure 6.

[0047]

Moreover, if the average luminance of the R-pixels of region ② (hereinafter, region ② R-pixel average luminance) is KR2(P) and the denominator n on the right side of Equation 1 is replaced by 4/n, then the region ② R-pixel average luminance KR2(P) is calculated for each input signal level Pi based on Equation 1, with the numerator, which is the sum of the R-pixel luminances, being the sum of the luminances of all of the R-pixels of region ②. By plotting the relationship between the result of this calculation and the input signal level, the relationship between the region ② R-pixel average luminance KR2(P) and the input signal level p is obtained as the region ② R-pixel average luminance data R2ddave in Figure 6.

[0048]

Moreover, if the average luminance of the R-pixels of region ③ (hereinafter, region ③ R-pixel average luminance) is KR3(P) and the denominator n on the right side of Equation 1 is replaced by 4/n, then the region ③ R-pixel average luminance KR3(P) is calculated for each input signal level Pi based on Equation 1 with the numerator, which is the sum of the R-pixel luminances, being the sum of the luminances of all of the R-pixels of region ③. By plotting the relationship between the result of this calculation and the input signal level, the relationship between the region ③ R-pixel average luminance KR3(P) and the input signal level p is obtained as the region ③ R-pixel average luminance data R3ddave in Figure 6.

[0049]

Moreover, if the average luminance of the R-pixels of region ④ (hereinafter, region ④ R-pixel average luminance) is KR4(P) and the denominator n on the right side of Equation 1 is replaced by 4/n, then the region ④ R-pixel average luminance KR4(P) is calculated for each input signal level Pi based on Equation 1 with the numerator, which is the sum of the R-pixel luminances, being the sum of the luminances of all of the R-pixels of region ④. By plotting the relationship between the result of this calculation and the input signal level, the relationship between the region ④ R-pixel average luminance KR4(P) and the input signal level p is obtained as the region ④ R-pixel average luminance data R4ddave in Figure 6.

[0050]

Next, for each input signal level Pi, the arithmetic average values of the region ① R-pixel average luminance KR1(Pi) through the region ④ R-pixel average luminance KR4(Pi), obtained

with the region ① R-pixel average luminance data R1ddave through the region ④ R-pixel average luminance data R4ddave, are calculated, and by plotting the relationship between these arithmetic average values and the input signal level p, the R-use average gamma data Rddave shown in Figure 7 is obtained.

[0051]

Then, the data for which this R-use average gamma data Rddave is axisymmetric with respect to line L as the reference are obtained as the aforementioned R-use average gamma data Rddave.

[0052]

Using Equation 2 or Equation 3 in the same manner, the G-use average gamma data Gddave or the B-use average gamma data Bddave are obtained. The remainder of the structure of the present embodiment is identical to the aforementioned first embodiment.

[0053]

For this second embodiment thus constructed, even if there is variation in the luminance of the pixels per R-pixel, G-pixel, or B-pixel between regions ① through ④ due to variation in the gap between the electrodes of liquid crystal panel 10, for example, as in the above, the respective average gamma data for R-use, G-use and B-use are obtained from the average value of the luminance obtained for each region ①-④ and for each R-pixel, G-pixel and B-pixel, and are recorded in the respective gamma data memories 25, 26, 27; and, based on said recorded data, the R-digital data, G-digital data and B-digital data from A-D converter 23 are corrected by gamma correction circuit 24 and output to electrode drive circuit 29.

[0054]

Accordingly, the gamma correction is optimized even if there is variation in the luminance of the pixels per R-pixel, G-pixel, or B-pixel among regions ① through ④ due to variation in the gap between the electrodes of liquid crystal panel 10, for example. Consequently, the luminance of the image displayed on liquid crystal panel 10 is made uniform across the entire display surface of said liquid crystal panel 10.

Third embodiment

Next, a third embodiment of the present invention will be explained with reference to Figures 8-11. With this third embodiment, a method for testing the luminance of the color liquid

crystal device explained in the first embodiment, and a data correction method for gamma data memories 25, 26, 27 are proposed.

[0055]

In the following, one example whereby the aforementioned luminance testing is performed and whereby the data correction and the like are performed when the luminance is found to be defective will be explained. It has been found through experimentation that in the manufacture of color liquid crystal display devices, the luminance characteristic of the liquid crystal display panel 10 for each color liquid crystal display device in one lot is virtually the same, so this fact is used. For example, R-use, G-use and B-use gamma reference data are prepared in advance as data stored in the respective gamma memories 25-27, and said respective data are written into the respective gamma memories 25-27 of one color liquid crystal display device in one lot.

[0056]

Subsequently, said color liquid crystal display device is activated and a visual check is made to ascertain whether there is variation in the luminance of a liquid crystal panel. If the resulting judgment is that it is good, the same reference data are written into the gamma memories 25-27 of the remaining color liquid crystal display devices of that one lot.

[0057]

On the other hand, if the resulting judgment is that it is defective, the luminance of liquid crystal panel 10 of said defective color liquid crystal display device is measured in the following manner based on a structure such as that shown in Figure 8, wherein the signal electrode drive circuit and the scanning electrode drive circuit shown in Figure 8 correspond to electrode drive circuit 29 of said defective color liquid crystal display device.

[0058]

First, a one-dimensional image scanner S is arranged on the display surface of liquid crystal panel 10 such that it is parallel in the longitudinal direction to the signal electrodes and movable in the longitudinal direction (the vertical direction in embodiment [sic; Figure] 8) of the scanning electrodes. Then, a stepwise format test signal (see Figure 9) for R-pixel use that is generated by the test signal generation circuit in Figure 8 is input sequentially to each signal electrode of liquid crystal panel 10. In addition, a vertical synchronization signal and a horizontal synchronization signal from the aforementioned test signal generation circuit are input to the

scanning electrode drive circuit and the signal electrode drive circuit; thus liquid crystal panel 10 is matrix-driven.

[0059]

Then, in Measurement Step S1 of Figure 10, as its level is changed in a stepwise format, the test signal is input to each signal electrode from the topmost signal electrode to the bottommost signal electrode of liquid crystal panel 10, and the luminance of each R-pixel corresponding to a signal electrode is measured with image scanner S. Next, in Measurement Step S2 (see Figure 10), the measured luminance for each R-pixel is converted to digital by the A-D converter (see Figure 8) and is recorded in an R-use measured luminance memory (see Figure 8). The relationship between the R-pixel luminance stored in said R-use measured luminance memory and the input signal level is shown in Figure 11(a). In Figure 11(a), the numbers 1, 2, . . . n indicate numbers of the R-pixels.

[0060]

Next, in Measurement Step S3, by means of a data processing circuit (see Figure 8), the average value of the luminance for n R-pixels is obtained for each level of the input signal, and the R-use average gamma data, which represent the relationship between the input signal level and the average luminance for all of the R-pixels, are obtained (see Figure 11(b)). Then, in Measurement Step S4, using the aforementioned data processing circuit and based on the aforementioned R-use average gamma data, R-use gamma correction data axisymmetric with respect to line L are obtained, and are stored in the R-use gamma data memory (see Figure 8) in Measurement Step S5. Thus the data stored in the R-use gamma data memory are transmitted by means of the gamma data writing circuit (see Figure 8) to R-use gamma data memory 25 of the aforementioned defective color liquid crystal display device, overwriting the previous data.

[0061]

In the same manner, a test signal from the aforementioned test signal generation circuit is input sequentially for G-pixel use or for B-pixel use to each signal electrode of liquid crystal panel 10, and as the level of the test signal is changed in a stepwise format, the luminance of each G-pixel or the luminance of each B-pixel corresponding to the signal electrode is measured with image scanner S for each signal electrode.

[0062]

Next, each G-pixel luminance or each B-pixel luminance thus measured is converted to digital by the aforementioned A-D converter (see Figure 8) and recorded in a G-use measured

luminance memory or a B-use measured luminance memory (see Figure 8). Then, the average value of the luminance for n G-pixels or the average value of the luminance for n B-pixels is obtained for each level of the input signal by means of the aforementioned data processing circuit, and the G-use average gamma data or the B-use average gamma data, which respectively represent the relationship between the input signal level and the average luminance for all of the G-pixels or the average luminance for all of the B-pixels, are obtained.

[0063]

Then, using the aforementioned data processing circuit and based on the aforementioned G-use average gamma data or B-use average gamma data, G-use gamma correction data or B-use gamma correction data axisymmetric with respect to line L are obtained, and are stored in the G-use gamma data memory or the B-use gamma data memory (see Figure 8). Thus the data stored in the G-use gamma data memory or the data stored in the B-use gamma data memory are transmitted by means of the gamma data writing circuit to G-use gamma data memory 26 or B-use gamma data memory 27 of the aforementioned defective color liquid crystal display device, overwriting the previous data.

[0064]

Thus, by overwriting the data recorded in each gamma data memory 25-27 of the aforementioned defective color liquid crystal display device, the defective luminance is corrected. By writing the aforementioned R-use, G-use and B-use gamma correction data to the respective gamma data memories 25-27 of the remaining color liquid crystal display devices in the aforementioned one lot, it is possible to manufacture color liquid crystal display devices that have liquid crystal panels 10 with outstanding luminance.

[0065]

Note that, for the present invention, the liquid crystal of the liquid crystal display is not limited to an antiferroelectric crystal; it can be various types of crystals, such as a ferroelectric or the like smectic liquid crystal.

[0066]

Moreover, with respect to application of the present invention, the respective gamma data memories 25, 26 and 27 can be a single memory.

Brief description of the figures

Figure 1 is a block diagram illustrating one embodiment of a color liquid crystal display device according to the present invention.

Figures 2(a), (b) and (c) are graphs showing the relationship between the input signal level and the correction luminance for all R-pixels, the correction luminance for all G-pixels, and the correction luminance for all B-pixels, respectively.

Figures 3(a), (b) and (c) are graphs showing the relationship between the input signal level and the average luminance for all R-pixels, the average luminance for all G-pixels, and the average luminance for all B-pixels, respectively.

Figure 4 is a graph showing the relationship of each all-pixel average luminance and each gamma correction luminance in Figure 3 with respect to the relationship between the luminance and the input level.

Figure 5 illustrates the liquid crystal panel display screen of a second embodiment of the present invention.

Figure 6 is a graph illustrating the relationship between the input signal level and the R-pixel average luminance for regions ①-④ in the aforementioned second embodiment.

Figure 7 is a graph illustrating the relationship between the input signal level and the R-pixel average luminance for the aforementioned second embodiment.

Figure 8 is a diagram of a circuit for luminance correction of a color liquid crystal display device according to a third embodiment of the present invention.

Figure 9 is a timing chart showing the level of the test signal illustrated in Figure 8.

Figure 10 is a diagram of the measurement process for the aforementioned third embodiment.

Figures 11(a), (b) and (c) are graphs showing the relationship between the input signal level and the R-pixel luminance, R-pixel average luminance and the R-pixel average luminance and correction luminance, respectively.

Figure 12 is a graph illustrating the relationship between the input signal level and the luminance for the liquid crystal panel of a conventional color liquid crystal display device.

Figure 13 is a graph illustrating the relationship between the input signal level and the correction luminance for the liquid crystal panel of a conventional color liquid crystal display device.

Explanation of symbols

- 10 Liquid crystal panel
- 24 Gamma correction circuit
- 25 R-use gamma data memory

- 26 G-use gamma data memory
 27 B-use gamma data memory

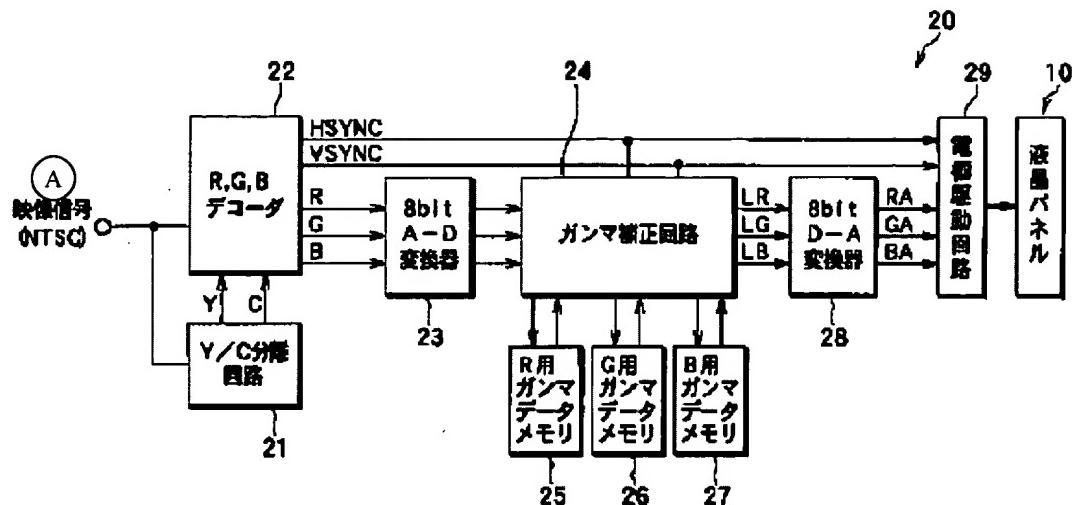


Figure 1

- Key:
- | | |
|----|--------------------------|
| 10 | Liquid crystal panel |
| 21 | Y/C separation circuit |
| 22 | R, G, B decoder |
| 23 | 8-bit A-D converter |
| 24 | Gamma correction circuit |
| 25 | R-use gamma data memory |
| 26 | G-use gamma data memory |
| 27 | B-use gamma data memory |
| 28 | 8-bit D-A converter |
| 29 | Electrode drive circuit |
| A | Video signal |

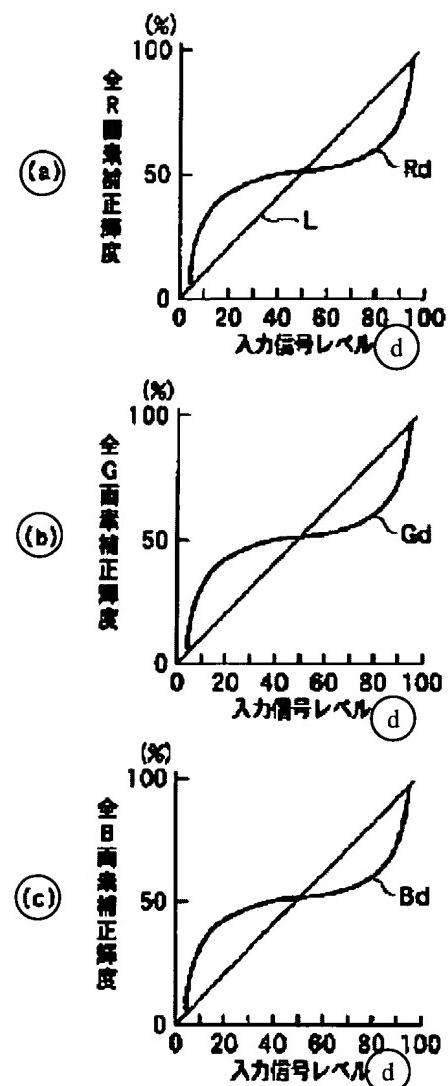


Figure 2

- Key:
- (a) Correction luminance for all R-pixels
 - (b) Correction luminance for all G-pixels
 - (c) Correction luminance for all B-pixels
 - (d) Input signal level

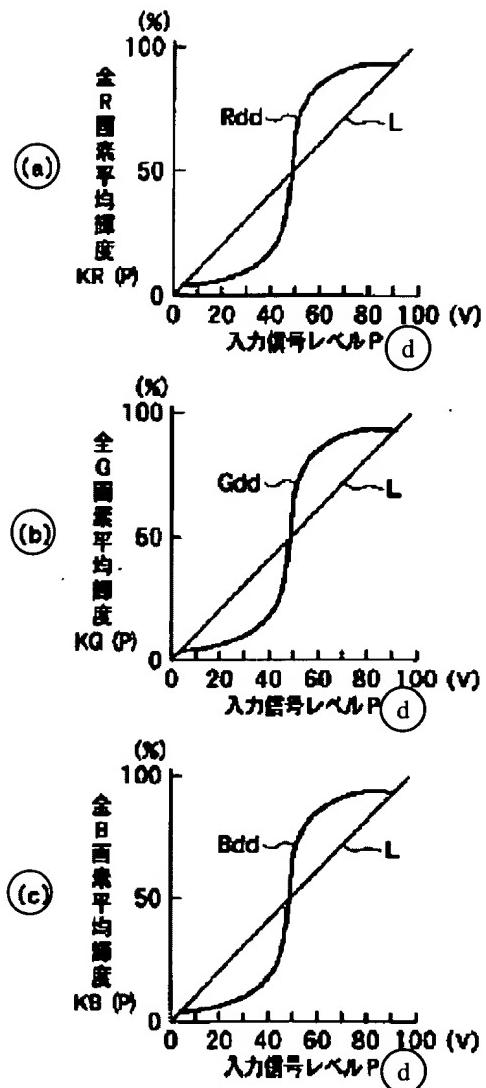


Figure 3

- Key:
- (a) Correction luminance for all R-pixels
 - (b) Correction luminance for all G-pixels
 - (c) Correction luminance for all B-pixels
 - (d) Input signal level P

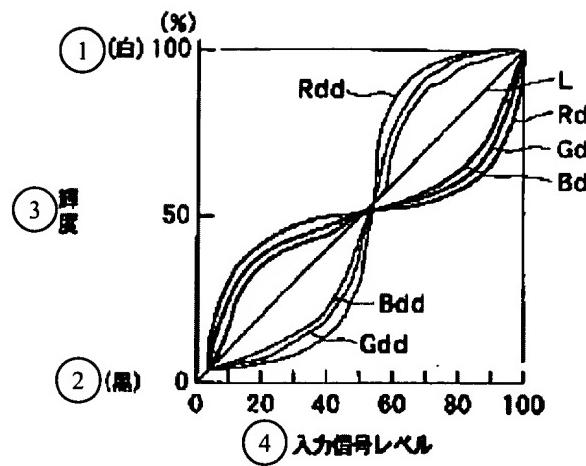


Figure 4

- Key:
- 1 White
 - 2 Black
 - 3 Luminance
 - 4 Input signal level

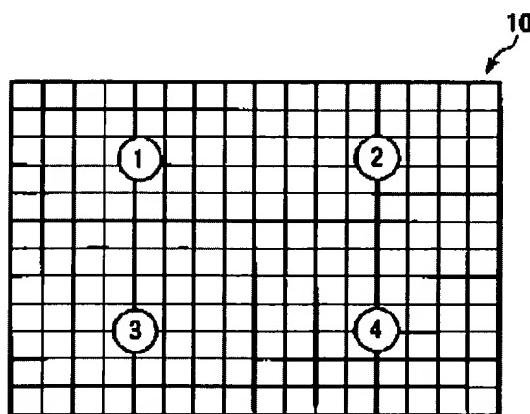
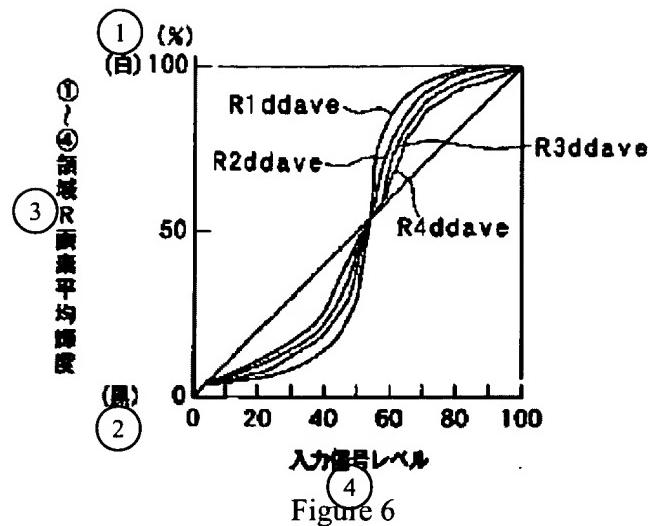


Figure 5



- Key:
- 1 White
 - 2 Black
 - 3 Regions ①-④ R-pixel average luminance
 - 4 Input signal level

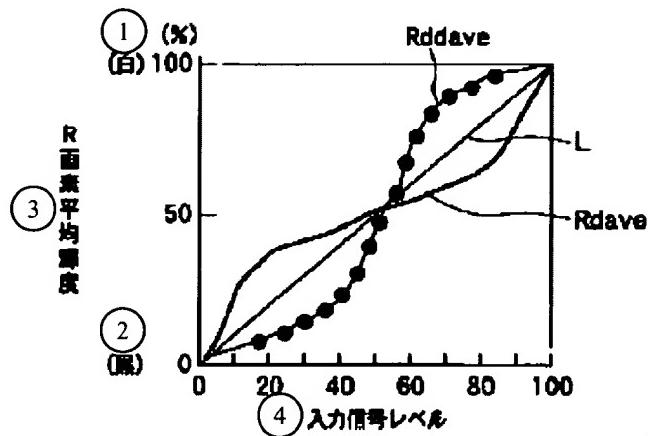


Figure 7

- Key:
- 1 White
 - 2 Black
 - 3 R-pixel average luminance
 - 4 Input signal level

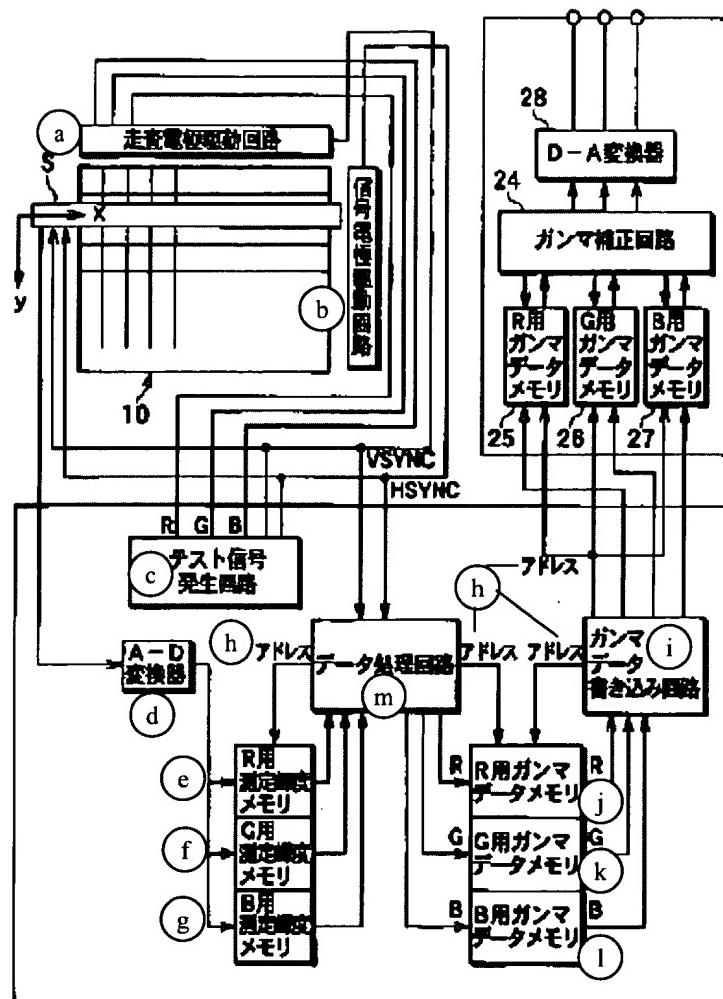


Figure 8

- Key:
- a Scanning electrode drive circuit
 - b Signal electrode drive circuit
 - c Test signal generation circuit
 - d A-D converter
 - e R-use measured luminance memory
 - f G-use measured luminance memory
 - g B-use measured luminance memory
 - h Address
 - i Gamma data read reading circuit
 - j R-use gamma data memory
 - k G-use gamma data memory
 - l B-use gamma data memory
 - m Data processing circuit
 - 24 Gamma correction circuit
 - 25 R-use gamma data memory

- 26 G-use gamma data memory
 27 B-use gamma data memory
 28 D-A converter

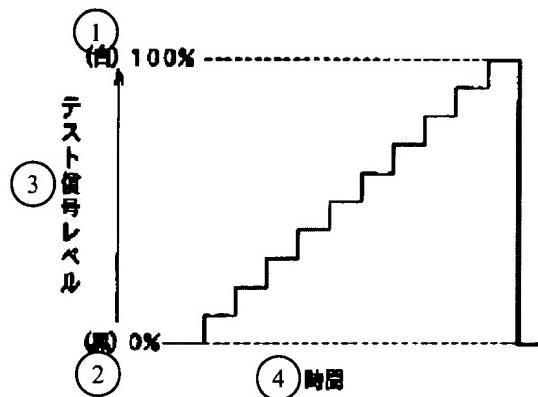


Figure 9

- Key: 1 White
 2 Black
 3 Test signal level
 4 Time

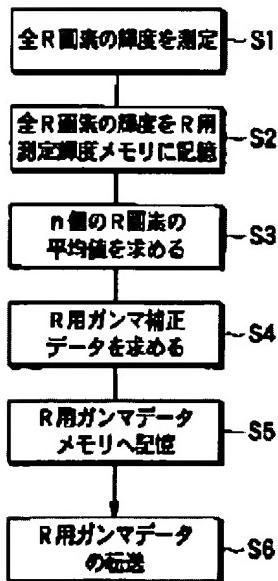


Figure 10

- Key: S1 Set luminance for all R-pixels
 S2 Store luminance for all R-pixels in R-use measured luminance memory
 S3 Obtain average value for n R-pixels
 S4 Obtain R-use gamma correction data

- S5 Store R-use gamma data in memory
 S6 Transmit R-use gamma data

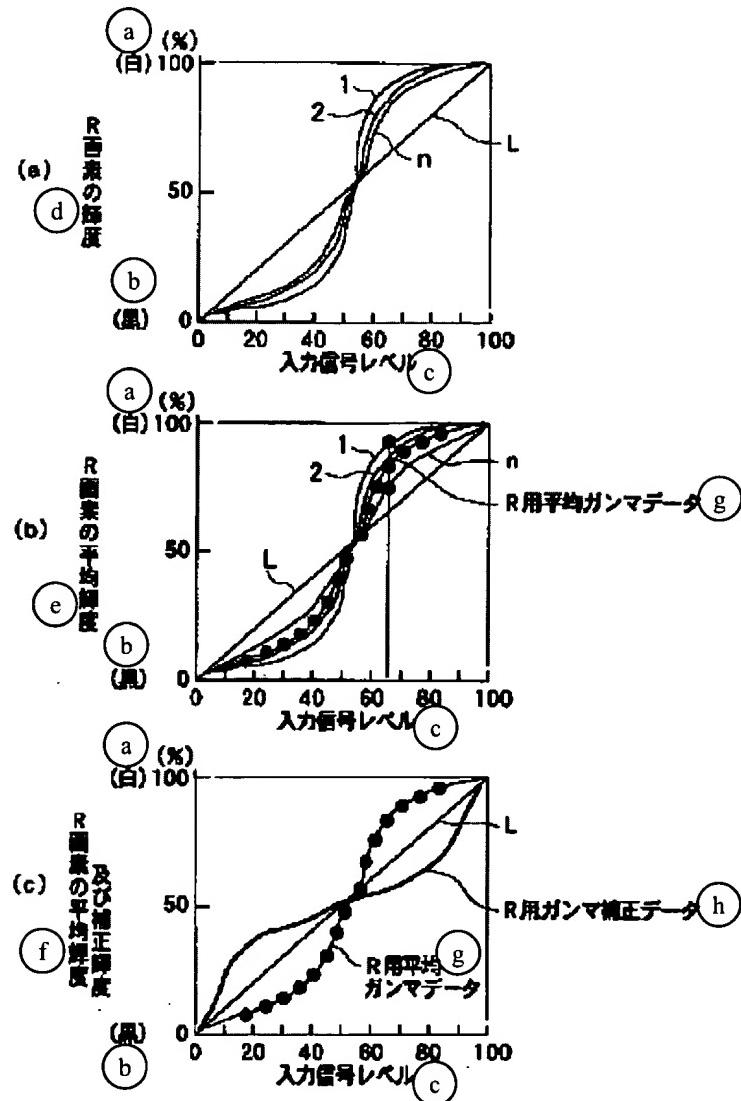


Figure 11

- Key:
- a White
 - b Black
 - c Input signal level
 - d R-pixel luminance
 - e R-pixel average luminance
 - f R-pixel average luminance and correction luminance
 - g R-use average gamma data
 - h R-use gamma correction data

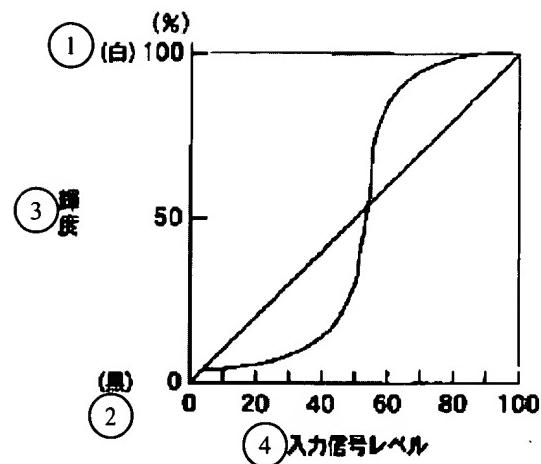


Figure 12

- Key:
- 1 White
 - 2 Black
 - 3 Luminance
 - 4 Input signal level

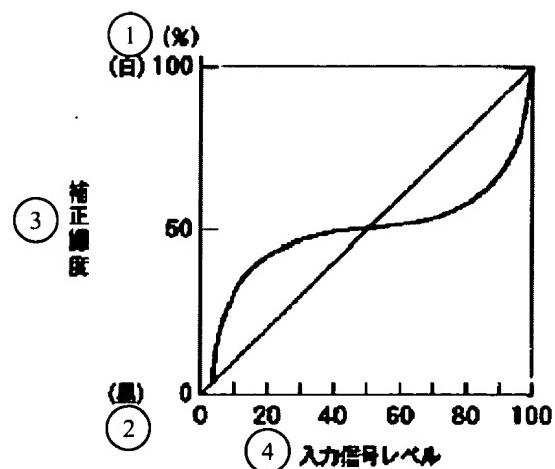


Figure 13

- Key:
- 1 White
 - 2 Black
 - 3 Correction luminance
 - 4 Input signal level

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-222264

(P2001-222264A)

(43)公開日 平成13年8月17日 (2001.8.17)

(51)Int.Cl.⁷
G 0 9 G 3/36
G 0 2 F 1/133 5 7 5
G 0 9 G 3/20 6 4 1
H 0 4 N 5/202
9/69

F I
G 0 9 G 3/36
G 0 2 F 1/133 5 7 5
G 0 9 G 3/20 6 4 1 Q
H 0 4 N 5/202
9/69

テマコト[®](参考)

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全10頁)

(21)出願番号 特願2000-35683(P2000-35683)

(71)出願人 000004695

株式会社日本自動車部品総合研究所
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

(22)出願日 平成12年2月8日 (2000.2.8)

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 水谷 彰利

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

(74)代理人 100100022

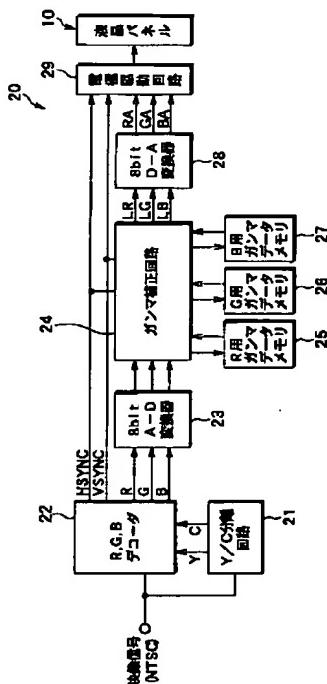
弁理士 伊藤 洋二 (外2名)

(54)【発明の名称】 カラー液晶表示装置用ガンマ補正装置、ガンマ補正方法及びガンマ補正データ作成方法

(57)【要約】

【課題】 液晶パネルにおいて輝度特性の異なるR、G、Bの各画素毎のガンマ補正データを用いてガンマ補正するようにしたカラー液晶表示装置用ガンマ補正装置、ガンマ補正方法及びガンマ補正データ作成方法を提供する。

【解決手段】 液晶パネルのR画素、G画素及びB画素の各輝度特性に基づき作成したR用、G用及びB用の各ガンマ補正データをR用、G用及びB用の各ガンマデータメモリ25乃至27に記憶しておき、ガンマ補正回路24により映像信号を構成するR信号、G信号及びB信号を各ガンマデータメモリ25乃至27の記憶データに基づきそれぞれガンマ補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 カラー液晶表示装置の液晶パネル(10)のマトリクス状のR画素、G画素及びB画素の各輝度特性に基づき作成したR用、G用及びB用のガンマ補正データを記憶する記憶手段(25乃至27)と、この記憶手段に記憶したR用、G用及びB用の各ガンマ補正データに基づき、前記R画素、G画素及びB画素に付与すべき映像信号を構成するR信号、G信号及びB信号をそれぞれ補正するガンマ補正手段(24)とを備えるカラー液晶表示装置用ガンマ補正装置。

【請求項2】 カラー液晶表示装置の液晶パネル(10)のマトリクス状のR画素、G画素及びB画素に付与すべき映像信号を構成するR信号、G信号及びB信号を、前記R画素、G画素及びB画素の各輝度特性に基づき作成したR用、G用及びB用のガンマ補正データにより補正するようにしたカラー液晶表示装置用ガンマ補正方法。

【請求項3】 カラー液晶表示装置の液晶パネル(10)のマトリクス状のR画素、G画素及びB画素の各輝度特性を測定し、前記R画素、G画素及びB画素の各測定輝度特性に基づきR用、G用及びB用のガンマ補正データを作成するようにしたカラー液晶表示装置用ガンマ補正データ作成方法。

【請求項4】 カラー液晶表示装置の液晶パネル(10)のマトリクス状のR画素、G画素及びB画素の各輝度特性を、前記液晶パネルの全画素を複数の領域に分割して測定し、前記分割領域毎の前記R画素、G画素及びB画素の各輝度特性を平均化して前記R画素、G画素及びB画素の各平均輝度特性を作成し、これら各平均輝度特性に基づきR用、G用及びB用のガンマ補正データを作成するようにしたカラー液晶表示装置用ガンマ補正データ作成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、カラー液晶表示装置に採用されるガンマ補正装置、ガンマ補正方法及びガンマ補正データ作成方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、カラー液晶表示装置において、その液晶パネルの輝度特性（印加電圧一透過率特性）は、図12にて示すような非線形特性をもつことから、図13にて示すような上記輝度特性とは線対称となるガンマ補正データを用いて最終映像信号を線形特性になるようにガンマ補正補正している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、液晶パネルの種類によっては、液晶パネル内の各カラーフィルタがR、G、Bの各画素毎に異なる特性を有したり、また、液晶パネルの表示面内で輝度特性が均一にならずばらつきを有するものがある。

【0004】従って、このような液晶パネルを有するカラー液晶表示装置において、1種類のガンマ補正データを用いてガンマ補正するだけでは、液晶パネルの表示面全体の輝度特性が均一にならないという不具合がある。

【0005】そこで、本発明は、このようなことに対処するため、液晶パネルにおいて輝度特性の異なるR、G、Bの各画素毎のガンマ補正データを用いてガンマ補正するようにしたカラー液晶表示装置用ガンマ補正装置、ガンマ補正方法及びガンマ補正データ作成方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題の解決にあたり、請求項1に記載の発明にかかるカラー液晶表示装置用ガンマ補正装置は、カラー液晶表示装置の液晶パネル(10)のマトリクス状のR画素、G画素及びB画素の各輝度特性に基づき作成したR用、G用及びB用のガンマ補正データを記憶する記憶手段(25乃至27)と、この記憶手段に記憶したR用、G用及びB用の各ガンマ補正データに基づき、R画素、G画素及びB画素に付与すべき映像信号を構成するR信号、G信号及びB信号をそれぞれ補正するガンマ補正手段(24)とを備える。

【0007】このように、R用、G用及びB用の各ガンマ補正データに基づき、R画素、G画素及びB画素に付与すべき映像信号を構成するR信号、G信号及びB信号をそれぞれガムマ補正する。従って、液晶パネルの輝度のばらつきがR画素、G画素及びB画素の相互間であっても、上記各ガムマ補正でもって液晶パネルの輝度の均一化が良好に確保され得る。

【0008】また、請求項2に記載の発明に係るカラー液晶表示装置用ガムマ補正方法では、カラー液晶表示装置の液晶パネル(10)のマトリクス状のR画素、G画素及びB画素に付与すべき映像信号を構成するR信号、G信号及びB信号を、R画素、G画素及びB画素の各輝度特性に基づき作成したR用、G用及びB用のガムマ補正データにより補正する。

【0009】これにより、液晶パネルの輝度のばらつきがR画素、G画素及びB画素の相互間であっても、上記各ガムマ補正でもって液晶パネルの輝度の均一化が良好に確保され得る。

【0010】また、請求項3に記載の発明に係るカラー液晶表示装置用ガムマ補正データ作成方法は、カラー液晶表示装置の液晶パネル(10)のマトリクス状のR画素、G画素及びB画素の各輝度特性を測定し、R画素、G画素及びB画素の各測定輝度特性に基づきR用、G用及びB用のガムマ補正データを作成する。

【0011】これにより、液晶パネルの輝度のばらつきがR画素、G画素及びB画素の相互間であっても、液晶パネルの輝度の均一化が良好に確保されるガムマ補正が可能となる。

【0012】また、請求項4に記載の発明に係るカラー

液晶表示装置用ガンマ補正データ作成方法では、カラー液晶表示装置の液晶パネル(10)のマトリクス状のR画素、G画素及びB画素の各輝度特性を、液晶パネルの全画素を複数の領域に分割して測定し、分割領域毎のR画素、G画素及びB画素の各輝度特性を平均化してR画素、G画素及びB画素の各平均輝度特性を作成し、これら各平均輝度特性に基づきR用、G用及びB用のガンマ補正データを作成する。

【0013】これにより、液晶パネルの各分割領域間で輝度のばらつきがあっても、液晶パネルの輝度の均一化が良好に確保されるガンマ補正が容易に可能となる。

【0014】なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図面により説明する。図1は本発明が適用されるカラー液晶表示装置の一実施形態を示している。このカラー液晶表示装置は、液晶パネル10と、この液晶パネル10を表示駆動する表示駆動回路20とにより構成されている。液晶パネル10は、マトリクス型フルカラー液晶パネルからなるもので、この液晶パネル10は、両電極基板の間に反強誘電性液晶を封入して構成されている。

【0016】また、液晶パネル10の両電極基板の一方は、ガラス基板と、このガラス基板の内表面に設けた複数条の走査電極と、これら各走査電極に沿い設けた複数条のカラーフィルタ(それぞれ、R、G、Bのカラーフィルタ層からなる)と、各走査電極及び各カラーフィルタを介しガラス基板の内表面に積層したオーバーコート及び配向膜とにより構成されている。他方の電極基板は、ガラス基板の内表面に上記複数条の走査電極と直角に位置するように設けた複数条の信号電極と、これら各信号電極を介し上記ガラス基板の内表面に積層した絶縁膜及び配向膜とにより構成されている。

【0017】なお、複数条の走査電極及び複数条の信号電極は、複数条のカラーフィルタ及び反強誘電性液晶と共に、マトリクス状の複数の画素を形成する。また、各画素は、各カラーフィルタのR、G、Bのカラーフィルタ層の各々に対応してR画素、G画素、B画素により構成されている。また、各信号電極は、R、G、Bの各カラーフィルタ層に対応する各信号電極(以下、R用、G用、B用の各信号電極という)に分割形成されている。

【0018】表示駆動回路20は、Y/C分離回路21と、同期分離機能付きR、G、Bデコーダ22とを備えている。Y/C分離回路21は、NTSC方式の映像信号(複合映像信号)から輝度信号(Y信号)及び色信号(C信号)を分離抽出してR、G、Bデコーダ22に出力する。

【0019】R、G、Bデコーダ22は、上記映像信号を入力されてこの映像信号をR信号、G信号、B信号に

変換して8ビットのA-D変換器23に出力するとともに、Y/C分離回路21のY信号から水平同期信号(H SYNC信号)及び垂直同期信号(V SYNC信号)を分離抽出して電極駆動回路29に出力する。なお、同期分離機能付きR、G、Bデコーダ22は、同期分離機能を備えていないR、G、Bデコーダ22と、これと別体の回路としての同期分離回路とにより構成してもよい。

【0020】A-D変換器23は、R、G、Bデコーダ22からのR信号、G信号、B信号をそれぞれ8ビットのRデジタルデータ、Gデジタルデータ及びBデジタルデータに変換してガンマ補正回路24に出力する。R、G、B用の各ガンマデータメモリ25、26、27は、共に、8ビットのデジタルデータを記憶するもので、R用ガンマデータメモリ25は、R用ガンマデータRd(図2(a)参照)をデジタルデータとして予め記憶している。このガンマデータメモリ25は、A-D変換器23からのRデジタルデータに基づきガンマ補正回路24によりR用ガンマデータRdを読み出される。

【0021】G用ガンマデータメモリ26は、G用ガンマデータGd(図2(b)参照)をデジタルデータとして予め記憶してなるもので、このガンマデータメモリ26は、A-D変換器23からのGデジタルデータに基づきガンマ補正回路24によりG用ガンマデータGdを読み出される。また、B用ガンマデータメモリ27は、B用ガンマデータBd(図2(c)参照)をデジタルデータとして予め記憶してなるもので、このガンマデータメモリ27は、A-D変換器23からのBデジタルデータに基づきガンマ補正回路24によりB用ガンマデータBdを読み出される。

【0022】ここで、R用ガンマデータRd、G用ガンマデータGd及びB用ガンマデータBdは、次のようにして求められている。まず、液晶パネル10の各R画素輝度と入力信号レベルとの関係、各G画素輝度と入力信号レベルとの関係及び各B画素輝度と入力信号レベルとの関係をイメージキャナにより測定する。

【0023】また、上記入力信号レベルを符号Pで表すものとする。また、この入力信号レベルPは階段状に0乃至100(%)まで変化するものとする。また入力信号レベルPがレベルiのときP=P_iとし、i=0乃至100の範囲のいずれかとする。

【0024】そして、液晶パネル10の全R画素の輝度の平均輝度(以下、全R画素平均輝度という)をKR(P)とすると、この全R画素平均輝度KR(P)は、次の数1の式により表される。

【0025】

【数1】

$$KR(P) = (R_1 + R_2 + \dots + R_n) / n$$

この数1の式において、nは液晶パネル10のR画素の数を表す。また、R₁、R₂、…、R_nは、それぞれ、各R画素の輝度を表す。

5

【0026】そこで、各入力信号レベル P_i に対する全R画素平均輝度 $K_R(P_i)$ を数1の式に基づき $i=0$ から $i=100$ まで順次算出する。そして、これら各R画素平均輝度を入力信号レベルとの関係でプロットすることで、全R画素平均輝度 $K_R(P)$ と入力信号レベル P との関係が図3(a)にて示すように全R画素輝度データ R_{dd} として得られる。

【0027】また、液晶パネル10の全G画素の輝度の平均輝度（以下、全G画素平均輝度という）を $K_G(P)$ とすると、この全G画素平均輝度 $K_G(P)$ は、次の数2の式により表される。

【0028】

【数2】

$$KG(P) = (G_1 + G_2 + \dots + G_n) / n$$

この数2の式において、 n は液晶パネル10のG画素の数を表す。また、 G_1, G_2, \dots, G_n は、それぞれ、各G画素の輝度を表す。

【0029】そこで、各入力信号レベル P_i に対する全G画素平均輝度 $K_G(P_i)$ を数2の式に基づき $i=0$ から $i=100$ まで順次算出する。そして、これら各G画素平均輝度を入力信号レベルとの関係でプロットすることで、全G画素平均輝度 $K_G(P)$ と入力信号レベル P との関係が図3(b)にて示すように全G画素輝度データ G_{dd} として得られる。

【0030】また、液晶パネル10の全B画素の輝度の平均輝度（以下、全B画素平均輝度という）を $K_B(P)$ とすると、この全B画素平均輝度 $K_B(P)$ は、次の数3の式により表される。

【0031】

【数3】

$$KB(P) = (B_1 + B_2 + \dots + B_n) / n$$

この数3の式において、 n は液晶パネル10のB画素の数を表す。また、 B_1, B_2, \dots, B_n は、それぞれ、各B画素の輝度を表す。

【0032】そこで、各入力信号レベル P_i に対する全B画素平均輝度 $K_B(P_i)$ を数3の式に基づき $i=0$ から $i=100$ まで順次算出する。そして、これら各B画素平均輝度を入力信号レベルとの関係でプロットすることで、全B画素平均輝度 $K_B(P)$ と入力信号レベル P との関係が図3(c)にて示すように全B画素輝度データ B_{dd} として得られる。

【0033】また、このようにして測定した全R画素輝度データ R_{dd} 、全G画素輝度データ G_{dd} 及び全B画素輝度データ B_{dd} は、図3(a)、(b)及び(c)にて示すように、勾配が45°の直線Lに対し、略S字状に変化している。また、当該全R画素輝度データ R_{dd} 、全G画素輝度データ G_{dd} 及び全B画素輝度データ B_{dd} を直線Lに対しまとめて描くと、これら全R画素輝度データ R_{dd} 、全G画素輝度データ G_{dd} 及び全B画素輝度データ B_{dd} は、図4にて示すように、相互に

6

異なっている。これは、液晶パネル10におけるR、G、Bの各カラーフィルタ層の間の膜厚の相違等に起因するものである。

【0034】そこで、ガンマ補正は、全R画素輝度データ R_{dd} 、全G画素輝度データ G_{dd} 及び全B画素輝度データ B_{dd} を共に直線Lに一致させるように補正するものであることから、これら全R画素輝度データ R_{dd} 、全G画素輝度データ G_{dd} 及び全B画素輝度データ B_{dd} が直線Lを基準に線対称となる各データを上述した10 R用ガンマデータ R_d 、G用ガンマデータ G_d 及びB用ガンマデータ B_d として得られたR用ガンマデータ R_d 、G用ガンマデータ G_d 及びB用ガンマデータ B_d として図2(a)、(b)及び(c)として求めた。なお、これらR用ガンマデータ R_d 、G用ガンマデータ G_d 及びB用ガンマデータ B_d を直線Lを基準にまとめて示すと、図4のようになる。

【0035】ガンマ補正回路24は、A-D変換器23からのRデジタルデータに基づきガンマデータメモリ25からR用ガンマデータ R_d を読み出し、このガンマデータ R_d に基づきRデジタルデータをガンマ補正して直線Lに対応するガンマ補正データ L_R としてD-A変換器28に出力する。また、ガンマ補正回路24は、A-D変換器23からのGデジタルデータに基づきG用ガンマデータ G_d を読み出し、このG用ガンマデータ G_d に基づきGデジタルデータをガンマ補正して直線Lに対応するガンマ補正データ L_G としてD-A変換器28に出力する。また、ガンマ補正回路24は、A-D変換器23からのBデジタルデータに基づきB用ガンマデータ B_d を読み出し、このB用ガンマデータ B_d に基づきBデジタルデータをB用ガンマデータ B_d としてD-A変換器28に出力する。

【0036】8ビットのD-A変換器28は、ガンマ補正回路24からの各ガンマ補正データ L_A, L_G, L_B をそれぞれ補正R信号、補正G信号及び補正B信号（以下、それぞれ、RA補正信号、GA補正信号及びBA補正信号という）にアナログ変換して電極駆動回路29に出力する。

【0037】この電極駆動回路29は、R、G、Bデコーダ22からの水平同期信号及び垂直同期信号を受け、液晶パネル10の複数条の走査電極を線順次走査して、この走査される走査電極に走査電圧を印加し、当該走査に同期してD-A変換器28からのRA補正信号、GA補正信号及びBA補正信号を信号電圧として複数条の信号電極（即ち、各複数条のR用、G用、B用の各信号電極）に印加することで、液晶パネル10をマトリクス駆動表示させる。

【0038】このように構成した本第1実施形態において、R、G、Bデコーダ22が、映像信号をR信号、G信号、B信号に変換してA-D変換器23に出力するとともに、Y/C分離回路21からのY信号に基づき水平同期信号及び垂直同期信号を電極駆動回路29に入力す

る。

【0039】すると、当該R信号、G信号、B信号はA-D変換器23によりRデジタルデータ、Gデジタルデータ及びBデジタルデータに変換されてガンマ補正回路24に入力される。

【0040】これに伴い、ガンマ補正回路24は、A-D変換器23からのRデジタルデータに基づきガンマデータメモリ25からR用ガンマデータRdを読み出し、このガンマデータRdに基づきRデジタルデータをガンマ補正しガンマ補正データLRとしてD-A変換器28に出力する。また、ガンマ補正回路24は、A-D変換器23からのGデジタルデータに基づきガンマデータメモリ26からG用ガンマデータGdを読み出し、このガンマデータGdに基づきGデジタルデータをガンマ補正しガンマ補正データLGとしてD-A変換器28に出力し、また、A-D変換器23からのBデジタルデータに基づきガンマデータメモリ27からB用ガンマデータBdを読み出し、このガンマデータBdに基づきBデジタルデータをガンマ補正してガンマ補正データLBとしてD-A変換器28に出力する。

【0041】すると、各ガンマ補正データLR、LG、LBがD-A変換器28によりRA補正信号、GA補正信号及びBA補正信号に変換されて電極駆動回路29に入力される。

【0042】すると、電極駆動回路29は、R、G、Bデコーダ22からの水平同期信号及び垂直同期信号に基づき、液晶パネル10の複数条の走査電極を線順次走査して、この走査される走査電極に走査電圧を印加し、当該走査に同期してD-A変換器28からのRA補正信号、GA補正信号及びBA補正信号を信号電圧として各複数条のR用、G用、B用の各信号電極に印加することで、液晶パネル10をマトリクス駆動表示させる。

【0043】ここで、本第1実施形態では、上述のごとく、液晶パネルのR、G、Bの画素の組毎ではなく、R画素、G画素或いはB画素毎に求めた全R画素輝度データRdd、全G画素輝度データGdd或いは全B画素輝度データBddを、直線Lを基準に線対称となるR用ガンマデータRd、G用ガンマデータGd或いはB用ガンマデータBdとするようになされている。

【0044】このため、上記R用ガンマデータRd、G用ガンマデータGd或いはB用ガンマデータBdを用いて影像信号に対応するRデジタルデータ、Gデジタルデータ及びBデジタルデータをガンマ補正することとなる。従って、当該ガンマ補正が、液晶パネル10のR、G、Bの各カラーフィルタ層の厚さが相互に異なっていても、最適になされ、その結果、液晶パネル10の表示画像の輝度が当該液晶パネル10の表示面全体に亘り均一になる。

(第2実施形態) 次に、本発明の第2実施形態につき図5乃至図7を参照して説明する。この第2実施形態で

は、上記第1実施形態にて述べたR用ガンマデータメモリ25には、R用ガンマデータRdに代えて、R用平均ガンマデータRdave(図7参照)が予め記憶されている。また、上記第1実施形態にて述べたG用ガンマデータメモリ26には、G用ガンマデータGdに代えて、G用平均ガンマデータGdaveが予め記憶され、上記第1実施形態にて述べたB用ガンマデータメモリ27には、B用ガンマデータBdに代えて、B用平均ガンマデータBdaveが予め記憶されている。

10 【0045】これら各平均ガンマデータRdave、Gdave及びBdaveは次のようにして求められている。まず、液晶パネル10の全画素を、R画素、G画素或いはB画素毎に、図5にて示すことなく①領域乃至④領域に4分割する。なお、図5では、便宜上、複数の図示縦横直線で形成される各四角形部分がそれぞれ画素(R画素、G画素或いはB画素)に相当するものとする。

【0046】そして、①領域のR画素の輝度の平均輝度(以下、①領域R画素平均輝度という)をKR1(P)とすると、数1の式の右辺において分母nを4/nとおき、分子のR画素の輝度の和は①領域の全R画素の輝度の和として数1に基づき、①領域R画素平均輝度KR1(P)を各入力信号レベルPiに対して算出する。この算出結果を入力信号レベルとの関係でプロットすることで、①領域R画素平均輝度KR1(P)と入力信号レベルPとの関係が図6にて①領域R画素平均輝度データR1ddaveとして得られる。

【0047】また、②領域のR画素の輝度の平均輝度(以下、②領域R画素平均輝度という)をKR2(P)とすると、数1の式の右辺において分母nを4/nとおき、分子のR画素の輝度の和は②領域の全R画素の輝度の和として数1に基づき、②領域R画素平均輝度KR2(P)を各入力信号レベルPiに対して算出する。この算出結果を入力信号レベルとの関係でプロットすることで、②領域R画素平均輝度KR2(P)と入力信号レベルPとの関係が図6にて②領域R画素平均輝度データR2ddaveとして得られる。

【0048】また、③領域のR画素の輝度の平均輝度(以下、③領域R画素平均輝度という)をKR3(P)とすると、数1の式の右辺において分母nを4/nとおき、分子のR画素の輝度の和は③領域の全R画素の輝度の和として数1に基づき、③領域R画素平均輝度KR3(P)を各入力信号レベルPiに対して算出する。この算出結果を入力信号レベルとの関係でプロットすることで、③領域R画素平均輝度KR3(P)と入力信号レベルPとの関係が図6にて③領域R画素平均輝度データR3ddaveとして得られる。

【0049】また、④領域のR画素の輝度の平均輝度(以下、④領域R画素平均輝度という)をKR4(P)とすると、数1の式の右辺において分母nを4/nとおき、分子のR画素の輝度の和は④領域の全R画素の輝度

の和として数1に基づき、④領域R画素平均輝度KR4(P)を各入力信号レベルPiに対して算出する。この算出結果を入力信号レベルとの関係でプロットすることで、④領域R画素平均輝度KR4(P)と入力信号レベルPとの関係が図6にて④領域R画素平均輝度データR4ddaveとして得られる。

【0050】次に、入力信号レベルPi毎に①領域R画素平均輝度データR1ddave乃至④領域R画素平均輝度データR4ddaveがとる①領域R画素平均輝度KR1(Pi)乃至④領域R画素平均輝度KR4(Pi)の算術平均値を求め、これら各算術平均値と入力信号レベルPとの関係をプロットすることで、図7にて示すR用平均ガンマデータRddaveを求める。

【0051】そして、このR用平均ガンマデータRddaveが直線Lを基準に線対称となるデータを上記R用平均ガンマデータRddaveとして求める。

【0052】数2の式或いは数3の式を用い、同様にしてG用平均ガンマデータGdave或いはB用平均ガンマデータBdaveを求める。その他の構成は上記第1実施形態と同様である。

【0053】このように構成した本第2実施形態では、液晶パネル10の両電極間のギャップのばらつき等により①領域乃至④領域の間の画素の輝度のばらつきが、R画素、G画素、B画素毎にあっても、上述のように①領域乃至④領域の領域毎にかつR画素、G画素、B画素毎に求めた輝度の平均値からR用、G用、B用の各平均ガンマデータを求めて各ガンマデータメモリ25、26、27に求め記憶し、これら記憶データに基づきA-D変換器23からのRデジタルデータ、Gデジタルデータ、Bデジタルデータをガンマ補正回路24により補正して電極駆動回路29に出力される。

【0054】従って、液晶パネル10の両電極間のギャップのばらつき等により①領域乃至④領域の間の画素の輝度のばらつきが、R画素、G画素、B画素毎にあっても、ガンマ補正が最適になされ、その結果、液晶パネル10の表示画像の輝度が当該液晶パネル10の表示面全体に亘り均一になる。

(第3実施形態) 次に、本発明の第3実施形態を図8乃至図11に基づき説明する。この第3実施形態では、上記第1実施形態にて述べたカラー液晶表示装置の輝度検査方法及びガンマデータメモリ25、26、27のデータ補正方法について提案されている。

【0055】上記輝度検査及びその結果輝度不良の場合のデータ補正等を効率よく行うために、一例として以下のようにする。カラー液晶表示装置の製造にあたり1ロットごとの各カラー液晶表示装置では液晶パネル10の輝度特性が相互にほぼ一致していることが経験上分かっているので、この点を利用する。例えば、各ガンマメモリ25乃至27の記憶データとして予め基準のR用、G用、B用ガンマデータを準備し、これら各データを、1ロット

中の一つのカラー液晶表示装置の各ガンマメモリ25乃至27に書き込んで記憶させる。

【0056】その後、当該カラー液晶表示装置を作動させて液晶パネルの輝度のばらつきの有無を視認により判定する。この判定で良好とされる場合には、1ロット中の残りのカラー液晶表示装置の各ガンマメモリ25乃至27にも上述と同様の基準データを書き込めばよい。

【0057】一方、上記判定で不良とされる場合には、図8にて示すような構成のもとに当該不良カラー液晶表示装置の液晶パネル10の輝度測定を次のようにして行う。但し、図8に示す信号電極駆動回路及び走査電極駆動回路は当該不良カラー液晶表示装置の電極駆動回路29に相当する。

【0058】まず、一次元用イメージキャナSを液晶パネル10の表示面上にて走査電極の長手方向(実施形態8にて図示上下方向)に移動可能に信号電極の長手方向に平行となるように配置する。そして、図8のテスト信号発生回路により階段状テスト信号(図9参照)をR画素用として液晶パネル10の各信号電極に順次入力する。また、上記テスト信号発生回路により垂直同期信号及び水平同期信号を走査電極駆動回路及び信号電極駆動回路に入力する。これにより、液晶パネル10をマトリクス駆動する。

【0059】そして、図10の測定工程S1において、液晶パネル10の図示上側に位置する信号電極から下側の信号電極にかけて、信号電極毎に、テスト信号を階段状にレベル変化させつつ入力して信号電極に対応する各R画素の輝度をイメージキャナSにより測定する。ついで、このように測定した各R画素の輝度を、測定工程S2(図10参照)にて、A-D変換器(図8参照)によりデジタル変換してR用測定輝度メモリ(図8参照)に記憶する。なお、このR用測定輝度メモリに記憶した全R画素の輝度と入力信号レベルとの関係は図11(a)にて示すようになる。なお、図11(a)にて符号1、2、…、nはR画素の番号を示す。

【0060】ついで、測定工程S3において、処理データ回路(図8参照)により、n個のR画素の輝度の平均値を入力信号の各レベル毎に求め、全R画素の輝度についての平均輝度と入力信号レベルとの関係を示すR用平均ガンマデータを求める(図11(b)参照)。そして、測定工程S4において、上記処理データ回路でもって、上記R用平均ガンマデータに基づき直線Lに線対称なR用ガンマ補正データを求め、R用ガンマデータメモリ(図8参照)に測定工程S5において記憶する。これに伴い、ガンマデータ書き込み回路(図8参照)によりR用ガンマデータメモリの記憶データを上記不良カラー液晶表示装置のR用ガンマデータメモリ25に転送して書き込むことで記憶し直す。

【0061】同様にして、上記テスト信号発生回路のテスト信号をG画素用或いはB画素用として液晶パネル1

11

0の各信号電極に順次入力する。そして、信号電極毎に、テスト信号を階段状にレベル変化させつつ入力して信号電極に対応する各G画素の輝度或いは各B画素の輝度をイメージスキャナSにより測定する。

【0062】ついで、このように測定した各G画素の輝度或いは各B画素の輝度を、上記A-D変換器(図8参照)によりデジタル変換してG用測定輝度メモリ或いはB用測定輝度メモリ(図8参照)に記憶する。そして、上記処理データ回路により、n個のG画素の輝度の平均値或いはn個のB画素の輝度の平均値を入力信号の各レベル毎に求め、全G画素の輝度或いは全B画素の輝度についての平均輝度と入力信号レベルとの関係を示すG用平均ガンマデータ或いはB用平均ガンマデータを求める。

【0063】そして、上記処理データ回路でもって、上記G用平均ガンマデータ或いはB用平均ガンマデータに基づき直線しに線対称なG用ガンマ補正データ或いはB用ガンマ補正データを求め、G用ガンマデータメモリ或いはB用ガンマデータメモリ(図8参照)に記憶する。これに伴い、上記ガンマデータ書き込み回路によりG用ガンマデータメモリの記憶データ或いはB用ガンマデータメモリの記憶データを上記不良カラー液晶表示装置のG用ガンマデータメモリ26或いはB用ガンマデータメモリ27に転送して書き込むことで記憶し直す。

【0064】このように、上記不良カラー液晶表示装置は、その各ガンマデータメモリ25乃至27の記憶データを書き直すことで、輝度特性の不良が是正され、不良ではなくなる。上記1ロットの残りのカラー液晶表示装置の各ガンマデータメモリ25乃至27には上記R用、G用、B用ガンマ補正データをそれぞれ書き込むことで輝度の良好な液晶パネル10を有するカラー液晶表示装置の製造が可能となる。

【0065】なお、本発明の実施にあたり、液晶パネルの液晶は反強誘電性液晶に限ることなく、強誘電性液晶等のスマートチップ液晶その他の各種の液晶であってもよい。

【0066】また、本発明の実施にあたり、各ガンマデータメモリ25、26、27は、単一のメモリであってよい。

*

12

*【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るカラー液晶表示装置の一実施形態を示すブロック図である。

【図2】(a)、(b)、(c)は、それぞれ、全R画素補正輝度、全G画素補正輝度、全B画素補正輝度と入力信号レベルとの関係を示すグラフである。

【図3】(a)、(b)、(c)は、それぞれ、全R画素平均輝度、全G画素平均輝度、全B画素平均輝度と入力信号レベルとの関係を示すグラフである。

10 【図4】輝度と入力信号レベルとの関係を図3の各全画素平均輝度及び各ガンマ補正輝度との関係において示す各グラフである。

【図5】本発明の第2実施形態を示す液晶パネルの表示面図である。

【図6】上記第2実施形態における①乃至④領域R画素平均輝度と入力信号レベルとの関係を示すグラフである。

【図7】上記第2実施形態におけるR画素平均輝度と入力信号レベルとの関係を示すグラフである。

20 【図8】本発明の第3実施形態におけるカラー液晶表示装置の輝度補正を行うための回路図である。

【図9】図8にて示すテスト信号のレベルを示すタイミングチャートである。

【図10】上記第3実施形態における測定工程図である。

【図11】(a)、(b)、(c)は、それぞれ、R画素輝度、R画素平均輝度、R画素の平均輝度及び補正輝度と入力信号レベルとの関係を示すグラフである。

【図12】従来のカラー液晶表示装置の液晶パネルの輝度と入力信号レベルとの関係を示すグラフである。

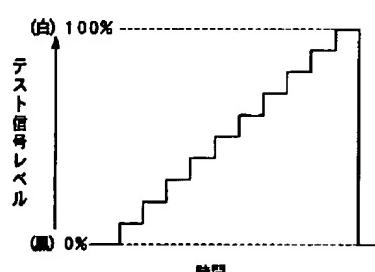
【図13】従来のカラー液晶表示装置の液晶パネルの補正輝度と入力信号レベルとの関係を示すグラフである。

【符号の説明】

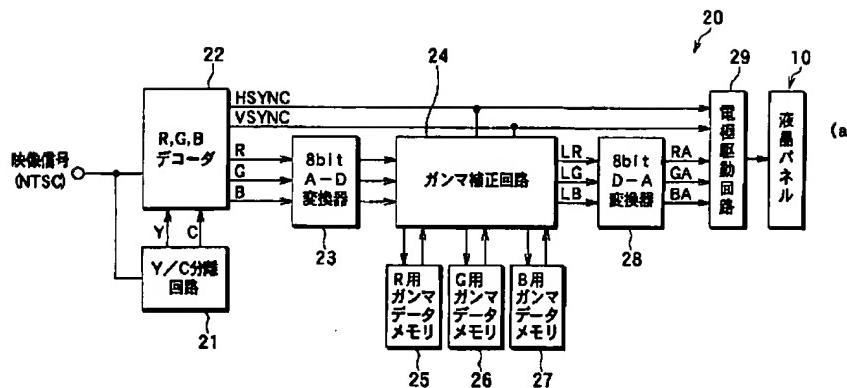
10…液晶パネル、24…ガンマ補正回路、25…R用ガンマデータメモリ、

26…G用ガンマデータメモリ、27…B用ガンマデータメモリ。

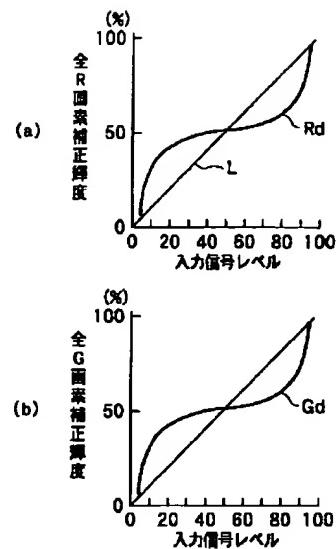
【図9】



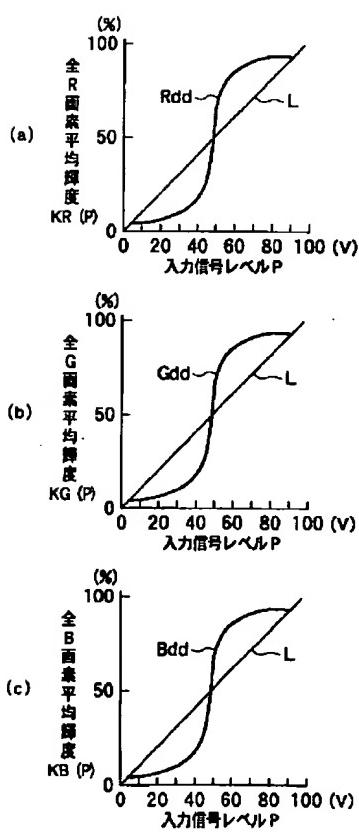
【図1】



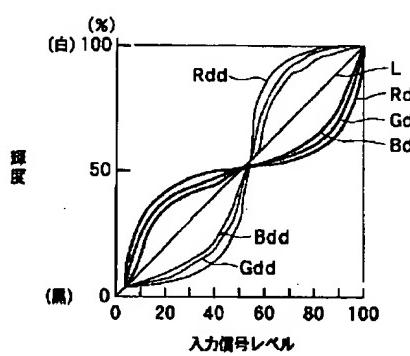
【図2】



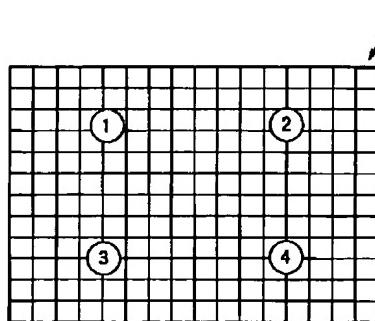
【図3】



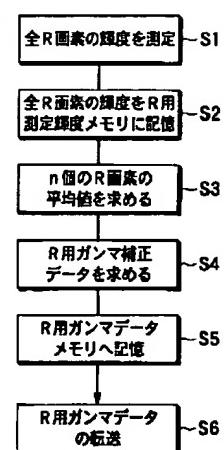
【図4】



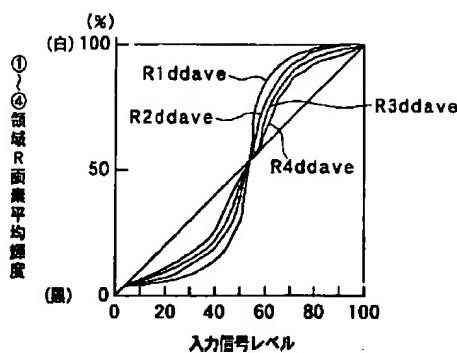
【図5】



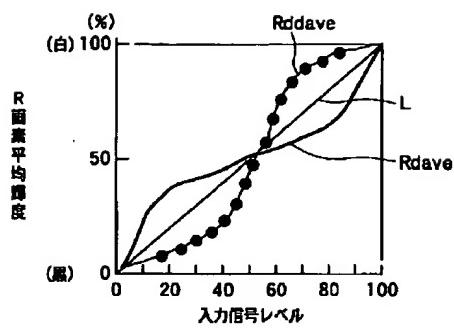
【図10】



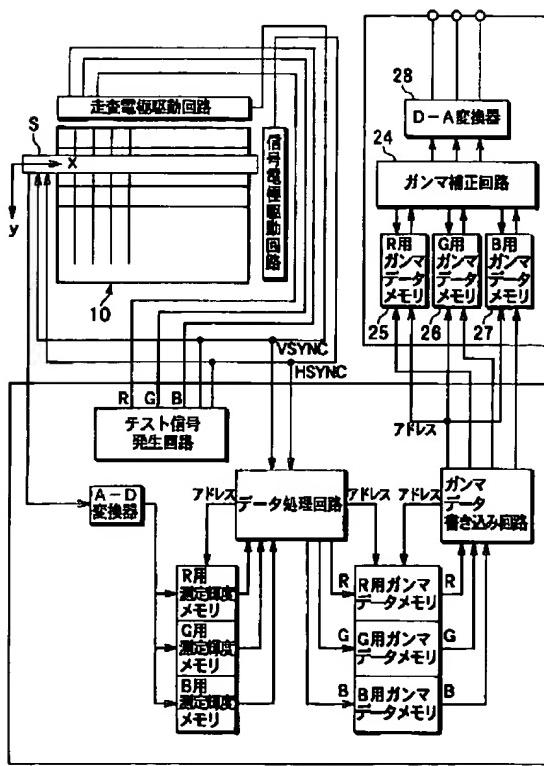
【図6】



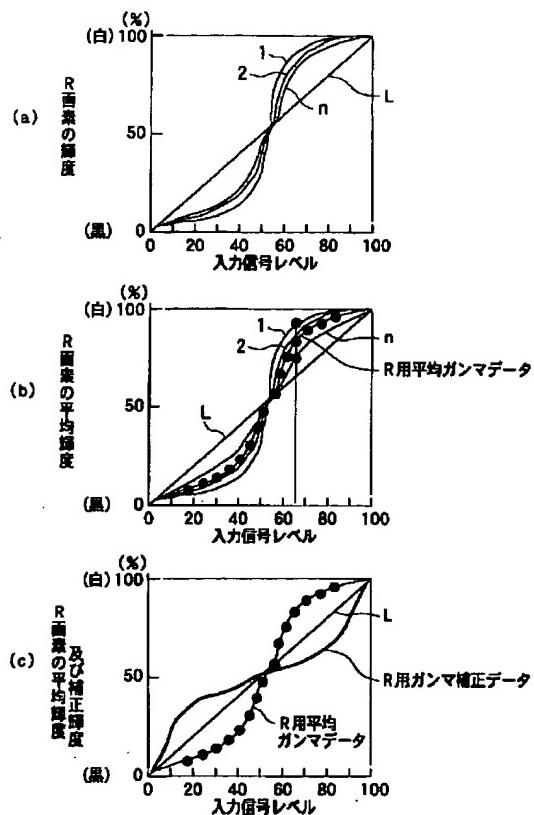
【図7】



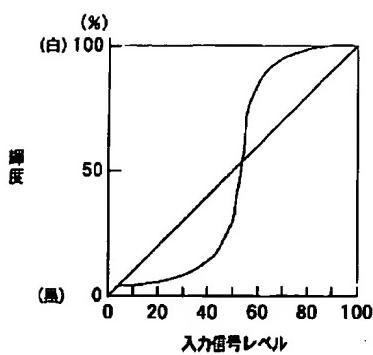
【図8】



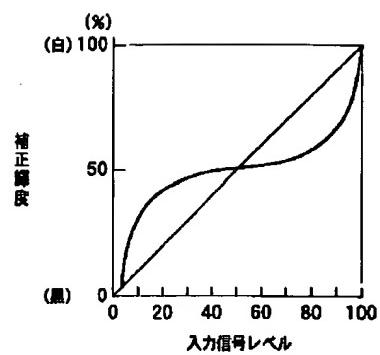
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 榊原 啓之
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

(72)発明者 早田 憲文
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内